

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Шибяевой Татьяны Геннадиевны: «Реакция растений на кратковременные ежесуточные понижения температуры: феноменология и физиологические механизмы», представленную на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.01.05 – «Физиология и биохимия растений»

Исследование реакции растений на кратковременное понижение температуры в течение суточного цикла актуально как с позиции выяснения механизмов действия температурного фактора в часовых временных интервалах, так и в связи с возможностью использования полученных результатов для управляемого культивирования растений в условиях защищенного грунта. В этой связи изучение феноменологических и физиолого-биохимических закономерностей ответа растений различных видов на действие температурного фактора является необходимым для познания механизмов роста и развития растений. Важное значение имеет получение знаний о биохимических путях, ключевых ферментах и их регуляции на молекулярном уровне. Поэтому актуальность данного диссертационного исследования не вызывает сомнения.

Целью диссертационной работы явилось изучение феноменологии и физиологических механизмов реакции растений на кратковременные суточные понижения температуры (ДРОП-воздействия).

Диссертационная работа написана и оформлена согласно требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, и состоит из введения, обзора литературы, методов исследований, шести глав экспериментальной части, заключения, выводов, списка литературы и приложения. Работа изложена на 322 страницах машинописного текста, содержит 27 таблиц и 73 рисунков. Основные положения диссертации опубликованы более чем в 120 работах, в том числе 34 статей в рецензируемых журналах, входящих в перечень изданий, рекомендуемых ВАК, среди них 25 статей в журналах из списков Scopus и Web of Science. Получен один патент РФ.

Обзор литературы

Автором с использованием большого числа отечественных и иностранных публикаций, рассмотрены особенности реакции растений на ДРОП-воздействия в зависимости от их длительности, интенсивности, времени действия в суточном цикле, а также внутренних и внешних факторов. Представлены и проанализированы имеющиеся в литературе механизмы реакции растений на низкотемпературные воздействия.

Вторая глава посвящена описанию объектов и методов исследований. Следует здесь отметить проведение исследований на растениях, различающихся по степени устойчивости к

температуре – теплолюбивых и холодостойких. В опытах использованы также короткодневные и периодически нейтральные цветочные виды растений. Эксперименты проводились в строго контролируемых условиях вегетационных камер в диапазоне интенсивностей света от 120 до 320 мкмоль м⁻²с⁻¹, как в условиях различного фотопериода, так и при круглосуточном освещении и ДРОП воздействии, что важно в плане возможности использования полученных результатов в условиях защищенного грунта. Не ограничиваясь изучением действия светового фактора, проведены исследования по изучению действия разной относительной влажности воздуха (80 и 30%). Следует также отметить подход диссертанта по изучению влияния возраста листьев на ДРОП воздействие растения. В работе использованы различные современные методы исследования, что позволило достаточно полно оценить действие низкотемпературного фактора на физиолого-биохимические процессы в растениях на фоне действия других факторов внешней среды. Полученные результаты обрабатывали статистически, оценивая различие между средними с помощью дисперсионного анализа и считая значимой разницу при $P < 0,05$.

Глава 3. Особенности реакции растений на низкотемпературные воздействия разного типа

Сравнительное изучение реакции растений огурца (*Cucumis sativus* L.) и пшеницы (*Triticum aestivum* L.) на ДРОП воздействие показало наличие количественных и качественных различий в ответе на постоянное действие низкой температуры (ПНТ) и ДРОП воздействие температуры 9° и 12°С в конце ночи в течение 6 суток. Оказывая действие на ростовую функцию растений огурца ДРОП -воздействие практически не влияло на фотосинтетическую активность, водный режим и продуктивность, увеличивая устойчивость фотосинтетического аппарата к низкой температуре. При постоянном действии низкой температуры наблюдалось торможение роста и активности фотосинтетического аппарата. Ответная реакция растений *T. aestivum* на ДРОП воздействие была в целом сходна с таковой у *C. sativus* за исключение большей устойчивости фотосинтеза к низкой температуре при ПНТ воздействии.

Глава 4. Особенности реакции растений на ДРОП-воздействия в зависимости от их параметров

Полученные диссертантом результаты показывают, что морфогенетический эффект ДРОП- воздействия, фиксируемый по линейным ростовым показателям, усиливается с понижением температуры. Реакции растений по физиолого-биохимическим параметрам в большей степени зависят от того, выше или ниже критических значений температуры (закаливающих или повреждающих) происходило воздействие ДРОП. В диссертации представлены результаты для целого ряда растений. Опыты по продолжительности ДРОП-воздействия показали, при сохранении среднесуточной температуры на одном уровне кратковременное (2-4) часа может быть более эффективно, чем длительное – 6 часовое

воздействие. Эффект снижения температуры на биометрические показатели и холодоустойчивость листьев *C. sativus* в большей степени зависит от количества воздействий, чем от их продолжительности (от 2 до 12 часов в суточном цикле). Полученные результаты показывают также, что ДРОП-воздействие во всех случаях приводило к торможению роста растений независимо от времени действия. Наибольший эффект отмечен при действии ДРОП в дневное время. Существенное значение имеет также скорость снижения температуры, оказывающая большее воздействие на фотосинтетический аппарат при быстром изменении фактора.

Глава 5. Особенности реакции растений на ДРОП воздействие в зависимости от внутренних и внешних факторов

В данной главе диссертант рассматривает действия ряда условий: влияние возраста листьев, световых условий – интенсивности света и величины фотопериода, влияние водного фактора на реакцию растений на ДРОП-воздействие. Такой подход очень важен как с точки зрения оценки полученных своих данных, так и при анализе литературных данных других авторов.

Глава 6. Особенности реакции разных по отношению к температуре и свету групп растений на ДРОП воздействия

В данной главе, на основе полученных результатов делается вывод, что степень проявления реакции холодостойких и теплолюбивых растений на ДРОП-воздействие зависит от абсолютных значений, до которых понижают температуру. Реакция растений зависит не от принадлежности растений к определенной фотопериодической группе, а определяется условиями проведения опыта – продолжительностью фотопериода. Показано также, что наибольшие различия между светолюбивыми и теневыносливыми гибридами *C. sativus* проявлялись в их способности к температурной адаптации.

Глава 7. Реакция растений на совместное действие круглосуточного освещения и ДРОП воздействий

Показано, что в условиях круглосуточного освещения растений различия в реакции фотосинтетического аппарата выражены в наибольшей степени и обработка растений в диапазоне закаливающих температур препятствует световому повреждению листьев и стабилизирует работу фотосинтетического аппарата. Запатентованный способ выращивания рассады томата в защищенном грунте, его применение в условиях круглосуточного освещения и применением ДОП-воздействия приводит к повышению эффективности использования световой энергии и увеличения урожайности растений.

Глава 8. Физиологические механизмы реакции растений на ДРОП воздействия

С использованием своих и литературных данных автором подробно рассматриваются физиологические механизмы реакции растений на ДРОП-воздействие: линейный рост и

морфогенез растений, вегетативное и репродуктивное развитие, фотосинтез, дыхание и продуктивность, холодоустойчивость растений, модификации в клеточных мембранах, накопление сахаров и других осмотически активных веществ, содержание каротиноидов, активные формы кислорода и активность антиоксидантных ферментов, а также изучение эффектов длительного и кратковременного воздействия низких температур на основные физиологические процессы в условиях подавленного биосинтеза белков. Во многом эта глава, наряду с представлением собственных результатов по эффекту ДРОП-воздействия на различные физиологические процессы в растениях, является заключением проведенной работы с одновременным анализом и сравнением с литературными данными.

В общем заключении Т.Г. Шибеева интегрирует все полученные данные, подводя широкую теоретическую основу под имеющийся экспериментальный материал. Выводы соответствуют полученным экспериментальным данным.

Новизна научных результатов и выводов.

В диссертационной работе впервые показано, что ответ растений на кратковременное понижение температуры до субоптимальных значений (ДРОП-воздействие) отличается от реакций растений на длительное воздействие пониженных температур и эти различия носят качественный характер. Установлена зависимость реакции растений на ДРОП воздействия от интенсивности, продолжительности, скорости снижения температуры, времени применения в суточном цикле. Ответная реакция зависит от абсолютного значения действующей температуры. У ряда видов эффект проявляется независимо от времени действия в суточном цикле. Установлено различие в реакции на ДРОП-воздействие молодых, обладающих более выраженной способностью к адаптационным перестройкам фотосинтетического аппарата и развитых листьев. Выявлено модифицирующее действие интенсивности света и обеспеченности водой на реакцию растений к ДРОП-воздействию. Установлены факторы усиливающие и ослабляющие эффект ДРОП воздействий. Показано, что реакция присуща как теплолюбивым, так и холодостойким растениям. Впервые показано повышение скорости темнового дыхания за счет цитохромного пути дыхания, а не переключения его на альтернативный путь.

Практическая значимость работы.

Практическое значение результатов работы определяется тем, что выявленные особенности реакции целого ряда растений на ДРОП воздействие позволяют более эффективно управлять ростом и развитием растений в контролируемых условиях их выращивания, осуществлять обоснованный выбор режимов без применения ретардантов. – Автором запатентован способ предупреждения развития световых повреждений листьев томатов в условиях круглосуточного освещения.

Таким образом, в диссертационной работе Т.Г. Шибяевой обоснована концепция о роли ДРОП-обработок в повышении холодоустойчивости фотосинтетического аппарата, раскрыты физиологические механизмы адаптивной реакции растений. Результаты имеют важное фундаментальное и прикладное значение. Данные полученные диссертантом, отличаются новизной и достоверностью.

Общие замечания

Автор, рассматривая действие кратковременного понижения температуры, начинает свой отчет с середины 90 годов прошлого столетия, с работ Мое, Mystera (1995), когда данный эффект получил свое название «*temperatute drop*». Вместе с тем, к первым работам по изучению действия понижения температуры в условиях защищенного грунта следует считать работы Challa (1980), где автор обуславливает необходимость понижение температуры в последние часы в ночной период для растений *C. sativus* недостатком углеводов в растениях вследствие низких уровней облученности и коротким световым днем в теплицах в зимний период.

Рассматривая физиолого-биохимические механизмы реакции растений на ДРОП-воздействия автор перенес основной анализ литературных данных непосредственно к своим результатам в 8 главу, что в целом позволило более наглядно обсудить полученные результаты, но сократило литературный обзор и не дало полную картину в самом начале.

В диссертации имеются незначительные неточности, как то в структуре и объеме реферата написано - 4 экспериментальные главы, но и в самом реферате и в диссертации их 6.

Высказанные замечания в целом носят рекомендательный характер и не умаляют ценности проведенного исследования.

Заключение

Диссертационная работа Шибяевой Т.Г. написана хорошим языком, представляет собой законченное, актуальное исследование, выполненное с использованием современных подходов и на высоком методическом уровне. Заключение и выводы, сделанные диссертантом, обоснованы и достоверны и имеют как теоретическую, так и практическую значимость. Основные положения диссертации опубликованы более чем в 120 работах, в том числе 34 статей в рецензируемых журналах, входящих в перечень изданий, рекомендуемых ВАК, среди них 25 статей в журналах из списков Scopus и Web of Science. Получен один патент. Основные результаты обсуждены на многочисленных отечественных и международных конференциях. Автореферат отражает содержание диссертационной работы. В диссертации представлены новые научные результаты, она четко структурирована, ее оформление соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора биологических наук.

В целом, по актуальности проблемы, новизне и объему экспериментальных исследований, теоретической и практической значимости полученных результатов работа

Шибаяевой Татьяны Геннадиевны, соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени доктора биологических наук (п. № 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013г.), а её автор – Шибаяева Татьяна Геннадиевна заслуживает присуждения ей искомой степени доктора биологических наук по специальности 03.01.05 – «Физиология и биохимия растений».

Руководитель группы экологии
и физиологии фототрофных организмов
Института фундаментальных
проблем биологии РАН,
доктор биологических наук

А.А. Кособрюхов

142290 Россия, Московская обл., г. Пущино, ул. Институтская, дом 2
Телефон: 8(4967)73-29-88, e-mail: kosobr@rambler.ru
ФИЦ ПНЦБИ Институт фундаментальных
проблем биологии Российской академии наук

17.05. 2019

